



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁷ : G21F 5/10	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 00/60609 (43) Date de publication internationale: 12 octobre 2000 (12.10.00)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR00/00735 (22) Date de dépôt international: 23 mars 2000 (23.03.00) (30) Données relatives à la priorité: 99/03950 30 mars 1999 (30.03.99) FR (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): COMMIS-SARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR]; 31-33, rue de la Fédération, F-75752 Paris 15ème (FR). (72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): BADIE, Michel [FR/FR]; 5, rue Casimir Gouny, F-91620 la Ville au Bois (FR). IRACANE, Daniel [FR/FR]; 129, rue Marceau, F-91120 Palaiseau (FR). LE DUIGOU, Alain [FR/FR]; 56, rue Dunois, F-75013 Paris (FR). PEULVE, Jacques [FR/FR]; 15, allée du Bois de la Cyprenne, F-91400 Orsay (FR). (74) Mandataire: DES TERMES, Monique; Brevatome, 3, rue du Docteur Lancereaux, F-75008 Paris (FR).		(81) Etats désignés: CA, CN, JP, KR, US, brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i>

(54) Title: INSTALLATION FOR VERY LONG TERM STORAGE OF HEAT-GENERATING PRODUCTS SUCH AS NUCLEAR WASTE

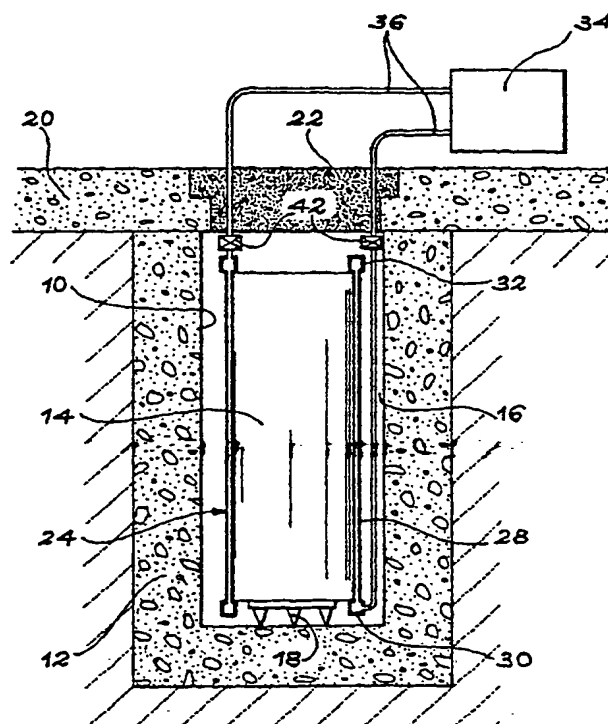
(54) Titre: INSTALLATION D'ENTREPOSAGE DE TRES LONGUE DUREE DE PRODUITS DEGAGEANT DE LA CHALEUR TELS QUE DES DECHETS NUCLEAIRES

(57) Abstract

A very long term storage installation for calorific products such as nuclear waste, comprising at least one closed cavity (10) receiving at least one container (14) for the containment of said products. In order to evacuate the heat emitted by the products thus stored, a jacket (26) is placed around each container (14), whereby a thermosiphon (24) is associated with said jacket and the cold source thereof consists of an air-cooled refrigerant condenser arranged above a slab (20) which closes the cavity towards the top. The container (14) is enclosed by the preferably interchangeable jacket (26) in a tight manner.

(57) Abrégé

Une installation d'entreposage de très longue durée de produits calorifiques, tels que des déchets nucléaires, comprend au moins une cavité fermée (10), dans laquelle est reçu au moins un conteneur (14) de confinement des produits. Pour évacuer la chaleur émise par les produits entreposés, on place autour de chaque conteneur (14) une chemise (26) à laquelle est associé un thermosiphon (24) dont la source froide est constituée par un aérocondenseur agencé au-dessus d'une dalle (20) obturant la cavité vers le haut. La chemise (26), de préférence interchangeable, enserrme étroitement le conteneur (14).



UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce		de Macédoine	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	ML	Mali	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MN	Mongolie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MR	Mauritanie	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MW	Malawi	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	MX	Mexique	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NE	Niger	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NL	Pays-Bas	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NO	Norvège	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire	NZ	Nouvelle-Zélande		
CM	Cameroon		démocratique de Corée	PL	Pologne		
CN	Chine	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CU	Cuba	KZ	Kazakhstan	RO	Roumanie		
CZ	République tchèque	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
DE	Allemagne	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DK	Danemark	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
EE	Estonie	LR	Libéria	SG	Singapour		

INSTALLATION D'ENTREPOSAGE DE TRES LONGUE DUREE DE PRODUITS DEGAGEANT DE LA CHALEUR TELS
QUE DES DECHETS NUCLEAIRES

DESCRIPTION

5

Domaine technique

L'invention concerne une installation destinée à assurer un entreposage de très longue durée de produits calorifiques, susceptibles d'émettre de grandes quantités de chaleur, pouvant diminuer dans le temps.

Le terme "entreposage" désigne un stockage réversible de produits emballés, accompagné d'une évacuation de la chaleur émise par ces produits. L'adjectif "réversible" signifie que les produits stockés sont susceptibles d'être repris.

L'expression "très longue durée" signifie au moins cinquante ans et, de préférence, plusieurs cinquantaines d'années.

Une application privilégiée de l'installation selon l'invention concerne l'entreposage de déchets nucléaires de très haute activité et de longue période, tels que les combustibles irradiés dans les réacteurs nucléaires.

25

Etat de la technique

L'entreposage des produits calorifiques dangereux, tels que les déchets nucléaires, constitue un problème important pour lequel un certain nombre de solutions ont déjà été proposées.

Parmi ces solutions, seules celles qui assurent un refroidissement passif des produits, sans apport d'énergie extérieure, sont évoquées. En effet, le caractère passif semble indispensable à l'obtention de la fiabilité requise pendant la très longue période d'entreposage envisagée.

Selon une première technique connue d'entreposage, les produits sont conditionnés dans des conteneurs et ces derniers sont placés dans des cavités formées dans le sol, lesdites cavités étant délimitées par des parois de béton. Un espace rempli d'air est ménagé entre chaque conteneur et les parois de la cavité. L'évacuation de la chaleur est obtenue par la seule circulation de l'air, en convection naturelle.

Une telle installation d'entreposage a pour inconvénient notable que le refroidissement est réalisé par un circuit primaire, en contact direct avec les parois des conteneurs. Un tel agencement est dispersif en cas d'incident, et donc dangereux pour l'environnement. D'autre part il ne permet que l'évacuation d'un flux thermique très limité.

Selon une autre technique connue d'entreposage, l'agencement général est comparable au précédent, mais le refroidissement est assuré par des circuits secondaires de refroidissement parcourus par un fluide, notamment de l'eau, ou de l'air en convection naturelle. Ces circuits sont noyés en totalité dans les parois de béton qui délimitent les cavités dans lesquelles sont reçus les conteneurs.

De telles installations présentent un certain nombre d'inconvénients.

En premier lieu, du fait que le refroidissement n'intervient qu'à l'intérieur même des parois de béton, les surfaces de ces parois délimitant les cavités sont chauffées directement par les produits entreposés. Cela a pour conséquence de fragiliser le béton, au moins en surface. De plus, la température des conteneurs reste très élevée, ce qui se traduit par un vieillissement rapide de leurs soudures. Enfin, une telle installation d'entreposage ne permet pas de contrôler la température externe et donc interne aux conteneurs, ce qui peut entraîner, par exemple, la destruction des gaines de combustibles irradiés.

Une troisième technique connue d'entreposage se distingue essentiellement de la précédente par le fait que les circuits secondaires de refroidissement traversent les parois délimitant les cavités et se situent en partie dans l'espace entourant les conteneurs.

On retrouve dans ce cas pratiquement les mêmes inconvénients que dans la technique d'entreposage connue décrite précédemment. De plus, du fait que le circuit de refroidissement traverse localement les surfaces des parois de béton délimitant les cavités, ces surfaces sont soumises à des contraintes thermiques non homogènes qui se traduisent par un vieillissement accéléré du béton.

Dans une quatrième technique connue d'entreposage, l'espace ménagé entre chaque conteneur et la cavité qui le contient est rempli d'eau et le circuit de refroidissement est logé intégralement dans cet espace.

Cette solution connue se caractérise par des problèmes de corrosion dus au fait que les conteneurs sont noyés dans l'eau. De plus, toute fuite du circuit de refroidissement entraîne un risque de contamination dans le cas où les produits entreposés sont des déchets nucléaires. En outre, la maintenance d'un tel dispositif d'entreposage est particulièrement lourde.

On connaît aussi du document DD-A-223 562 une installation d'entreposage de combustible nucléaire irradié, dans laquelle des conteneurs cylindriques contenant les produits sont placés les uns au-dessus des autres dans des puits délimités par des parois de béton. La paroi de chaque puits est revêtue intérieurement d'un tube métallique qui se prolonge au-dessus du puits jusqu'à un dissipateur thermique, à ailettes ou similaire, apte à transmettre la chaleur qu'il reçoit à l'atmosphère environnante. Un bouchon est placé dans le haut du puits, à l'intérieur du tube métallique, au-dessus des conteneurs.

L'efficacité d'un tel dispositif est relativement limitée et ne permet pas d'empêcher un échauffement important des conteneurs et de la paroi du puits. De plus, il existe un gradient de température important entre les conteneurs placés en fond de puits et les conteneurs les plus proches de la surface. Par conséquent, une fragilisation superficielle du béton et un vieillissement accéléré des soudures des conteneurs ainsi que du tube dissipateur (alors que ce dernier n'est pas interchangeable) sont pratiquement inévitables.

Par ailleurs, le document US-A-4 040 480 propose une installation d'entreposage de produits radioactifs, dans laquelle les produits sont conditionnés dans des conteneurs cylindriques et placés dans une cavité annulaire délimitée entre la paroi de béton d'un puits de section circulaire et un tube vertical fermé, formant caloduc, disposé dans l'axe du puits. A sa partie supérieure, située au-dessus d'un bouchon fermant le puits, le tube vertical porte des ailettes de refroidissement en contact avec l'air.

La chaleur diffusée par les produits entreposés se propage aussi bien vers la paroi du puits que vers le tube formant caloduc. Un endommagement relativement rapide de la surface du béton est donc prévisible. De plus, rien n'est prévu en cas de défaillance du caloduc.

De façon générale, les installations connues à ce jour sont conçues pour une durée de vie maximale d'environ une cinquantaine d'années, alors qu'il existe un besoin, dans l'industrie nucléaire, pour un entreposage de plusieurs cinquantaines d'années, typiquement jusqu'à 300 ans.

Exposé de l'invention

L'invention a précisément pour objet une installation d'entreposage de produits calorifiques, tels que des déchets nucléaires, ne présentant pas les inconvénients des installations de l'art antérieur. En d'autres termes, l'invention a pour objet une installation d'entreposage passive permettant d'évacuer une grande quantité de chaleur pendant une très longue

période, tout en présentant une fiabilité et une robustesse très élevées, notamment en ne soumettant les matériaux qu'à des sollicitations compatibles avec une très longue durée de vie.

5 Conformément à l'invention, ce résultat est obtenu au moyen d'une installation d'entreposage de très longue durée de produits calorifiques, comprenant au moins une cavité fermée, au moins un conteneur de confinement desdits produits, apte à être reçu dans la
10 cavité, et des moyens formant thermosiphon, aptes à dissiper au-dessus de la cavité la chaleur émise par lesdits produits, caractérisée en ce que les moyens formant thermosiphon sont intégrés, en partie, à une chemise en contact direct avec le conteneur qu'elle
15 entoure.

L'utilisation de moyens formant thermosiphon, intégrés à une chemise entourant étroitement le conteneur, permet d'assurer une évacuation efficace de la chaleur dégagée par les produits reçus dans le
20 conteneur, sans risquer pour autant une dispersion de la contamination en cas d'accident. De plus, la chemise forme un écran thermique entre le conteneur et la paroi de la cavité. Celle-ci, généralement réalisée en béton lorsque les produits entreposés sont des déchets
25 nucléaires, est ainsi refroidie efficacement et de façon homogène, de la même manière que le conteneur proprement dit. On évite par conséquent un vieillissement accéléré du béton, des soudures du conteneur ainsi que des produits contenus. En outre, il
30 est possible de connaître et de régler efficacement la température superficielle du conteneur ainsi que la

température de la paroi du puits ou de la tranchée. Cela permet aussi de piloter les conditions d'entreposage en conformité avec les hypothèses habituelles (généralement non respectées dans les installations existante), selon lesquelles la température de surface du béton est connue et fixe. Une telle installation a aussi pour avantage de permettre une adaptation de la source froide, située au-dessus de la cavité, en fonction d'une évolution temporelle de la quantité de chaleur émise par les produits entreposés.

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, la chemise est démontable. De plus, la cavité est avantageusement fermée par un bouchon amovible, au-dessus du conteneur. Cet agencement permet, le cas échéant, d'assurer le remplacement de la chemise intégrant le thermosiphon ou l'enlèvement du conteneur, en cas de problèmes.

Dans ce cas, la chemise est avantageusement ouverte et réalisée en un matériau souple et élastique tel qu'un métal, de façon à pouvoir occuper un état naturel dans lequel elle est écartée du conteneur. Cet état naturel autorise un montage et un démontage aisés de la chemise. Des moyens de serrage libérables sont alors prévus pour appliquer étroitement la chemise contre le conteneur lors de l'entreposage.

De préférence, la chemise a alors la forme d'un cylindre ouvert suivant une génératrice et les moyens de serrage libérables sont interposés entre les bords en vis-à-vis de cette génératrice.

Afin d'éviter un échauffement excessif des parois de la cavité, un espace généralement rempli

d'air est avantageusement ménagé, à l'intérieur de celle-ci, autour du conteneur équipé de sa chemise, l'air pouvant ou non circuler en convection naturelle.

5 Dans le mode de réalisation préféré de l'invention, la chemise comprend une pluralité de tubes extérieurs remplis de fluide caloporteur et dont les extrémités basses et hautes débouchent respectivement dans un collecteur annulaire inférieur et dans un collecteur annulaire supérieur.

10 Dans ce cas, des ailettes de refroidissement sont formées de préférence sur au moins certains des tubes extérieurs, de façon à accroître l'échange thermique avec l'air contenu dans la cavité.

15 Dans ce mode de réalisation préféré de l'invention, les tubes extérieurs peuvent être soudés sur la chemise.

20 En variante, la chemise peut aussi comprendre une pluralité de segments, fixés bord à bord par des moyens d'assemblage tels que des soudures ou des rivets. Chacun des tubes extérieurs est alors réalisé d'un seul tenant avec l'un de ces segments.

25 Afin d'assurer le refroidissement du fluide (généralement de l'eau) contenu dans les moyens formant thermosiphon, ces derniers comprennent de plus des moyens d'échange thermique placés au-dessus de la cavité et formant une source froide.

Lorsque la chemise est démontable, les moyens d'échange thermique sont reliés à celle-ci par des moyens de raccordement déconnectables.

Avantageusement, les moyens d'échange thermique sont adaptés aux variations du flux de chaleur à dissiper.

5 Dans le mode de réalisation préféré de l'invention, les moyens formant thermosiphon constituent un caloduc.

Avantageusement, l'installation selon l'invention est appliquée à l'entreposage de déchets nucléaires. La cavité est alors délimitée par des murs en béton.

10

Brève description des dessins

On décrira à présent, à titre d'exemples non limitatifs, différents modes de réalisation de l'invention, en se référant aux dessins annexés, dans lesquels :

15

- la figure 1 est une vue en coupe verticale qui représente très schématiquement une installation d'entreposage de produits calorifiques conforme à l'invention ;

20

- la figure 2 est une vue en perspective, avec arrachement et coupe partiels, qui représente la partie haute de la chemise qui entoure étroitement chaque conteneur dans l'installation de la figure 1 ;

25 La figure 3 est une vue en coupe selon un plan horizontal, représentant la chemise en trait plein dans son état naturel ouvert et en trait mixte lorsqu'elle est serrée étroitement sur le conteneur ;

- la figure 4 est une vue en coupe selon un plan horizontal illustrant à plus grande échelle un autre mode de réalisation de la chemise ; et

30

- les figures 5 et 6 sont des vues en coupe comparables à la figure 4, illustrant des variantes de réalisation de l'invention.

5 **Description détaillée de plusieurs modes de réalisation de l'invention**

La figure 1 représente très schématiquement une partie d'une installation d'entreposage de très longue
durée de produits calorifiques, tels que des déchets
10 nucléaires, réalisée conformément à l'invention.

L'installation comprend au moins une cavité fermée 10, telle qu'une tranchée enterrée, délimitée latéralement et vers le bas par des parois de béton 12.

Dans le mode de réalisation décrit, la cavité
15 10 se présente sous la forme d'une tranchée rectiligne enterrée. Cette tranchée est apte à recevoir plusieurs conteneurs 14 dans lesquels sont conditionnés les produits à entreposer. Toutefois, la forme de la cavité 10 peut être différente sans sortir du cadre de
20 l'invention. Ainsi, chacun des conteneurs 14 peut être placé dans une cavité individuelle distincte.

De façon comparable, les conteneurs 14 servant au confinement des produits à entreposer sont des conteneurs métalliques dont la forme et les dimensions
25 peuvent être variables, sans sortir du cadre de l'invention. Dans le mode de réalisation illustré à titre d'exemple, les conteneurs 14 sont de forme cylindrique et ils sont placés côte à côte et sur un seul niveau dans la tranchée ~~constituant la cavité 10,~~
30 avec leurs axes orientés sensiblement verticalement.

Plus précisément, chacun des conteneurs 14 n'est en contact ni avec les conteneurs voisins ni avec les parois de la cavité 10. En d'autres termes, un espace 16 rempli d'air est ménagé, à l'intérieur de la cavité 10, autour de chacun des conteneurs 14. La circulation de l'air dans cet espace 16, par convection naturelle, contribue au refroidissement des conteneurs 14.

Pour préserver cet espace en dessous de chacun des conteneurs 14, ces derniers reposent sur le fond de la cavité 10 par l'intermédiaire d'un piédestal 18. Par ailleurs, des moyens de positionnement ou d'espacement (non représentés) sont avantageusement prévus entre la cavité 10 et chacun des conteneurs 14, afin d'assurer le positionnement et le centrage de ces derniers dans la cavité.

Comme l'illustre également la figure 1, la cavité 10 est fermée vers le haut par une dalle de béton 20. Au-dessus de chacun des conteneurs 14, la dalle de béton 20 présente une ouverture généralement circulaire, fermée par un bouchon amovible 22. Ce bouchon amovible 22 est également réalisé en béton. Son enlèvement permet de mettre en place individuellement chacun des conteneurs 14 dans la cavité 10, et éventuellement de les extraire de cette cavité. A cet effet, des moyens de manutention (non représentés) sont prévus au-dessus de la dalle de béton 20. Cet agencement assure la protection biologique, lorsque les produits entreposés sont des déchets nucléaires, ainsi que la protection mécanique contre les chutes d'avion et les actes de malveillance.

Pour permettre d'évacuer dans l'air atmosphérique situé au-dessus de la dalle de béton 20 la chaleur émise par les produits entreposés à l'intérieur d'un conteneur (qui peut représenter une
5 énergie de 80 kW), l'installation conforme à l'invention comprend de plus des moyens 24 formant thermosiphon (figure 2). Plus précisément, une partie de ces moyens 24 formant thermosiphon est intégrée à une chemise 26 qui entoure chacun des conteneurs 14 de
10 telle sorte que sa surface cylindrique intérieure lisse 27 soit normalement en contact étroit avec la surface cylindrique extérieure lisse 15 du conteneur. En outre, la chemise 26 est réalisée en un matériau thermiquement conducteur, par exemple un métal tel que de l'acier
15 inoxydable ou du cuivre.

Grâce à cet agencement, la chaleur émise par les produits conditionnés dans les conteneurs 14 est transmise aux moyens 24 formant thermosiphon de manière efficace et homogène, sur toute la périphérie de ces
20 conteneurs. La liaison thermique entre le conteneur et la chemise est assurée par le contact direct des deux parois. La résistance thermique est réduite, du fait que l'épaisseur effective du film d'air résiduel entre les parois est limitée à une fraction de millimètre.

25 Dans le mode de réalisation illustré sur les figures, la partie des moyens 24 formant thermosiphon intégrée à la chemise 26 se présente sous la forme d'un circuit de refroidissement fermé entourant le conteneur 14. Ce circuit comprend une pluralité de tubes
30 extérieurs 28, fixés sur la surface extérieure de la chemise 26 selon les génératrices de celle-ci, et un

collecteur annulaire inférieur 30 et un collecteur annulaire supérieur 32, dans lesquels débouchent respectivement les extrémités basse et haute des tubes 28. Les tubes 28 sont nombreux et régulièrement répartis sur toute la circonférence de la chemise 26. Un fluide caloporteur, tel que de l'eau à 100 C, est placé à l'intérieur du circuit. En fonctionnement, l'eau est à l'état liquide dans le collecteur annulaire inférieur 30 et à l'état vapeur dans le collecteur annulaire supérieur 32. Les moyens 24 formant thermosiphon constituent ainsi un caloduc qui entoure étroitement le conteneur en homogénéisant la température, ce qui évite la création de points chauds.

En d'autres termes, les moyens 24 formant thermosiphon utilisent le principe du cycle évaporation/condensation d'un fluide caloporteur, pour le transfert de chaleur d'une source chaude, constituée par le conteneur 14, vers une source froide, placée au-dessus de la dalle 20. Il sont étanches et passifs, puisqu'ils n'agissent que par changement de phase du fluide.

Comme on l'a représenté schématiquement sur la figure 1, la source froide des moyens 24 formant thermosiphon comprend des moyens 34 d'échange thermique, tels qu'un aérocondenseur, installés à l'extérieur et au-dessus de la cavité 10, c'est-à-dire au-dessus de la dalle de béton 20. Ces moyens 34 d'échange thermique sont reliés par deux canalisations 36 aux collecteurs 30 et 32 du circuit de refroidissement associé à la chemise 26. Plus précisément, dans le mode de réalisation décrit à titre

d'exemple, un même moyen 34 d'échange thermique est relié à chacun des circuits de refroidissement portés par les chemises 26 entourant tous les conteneurs 14 placés dans une même cavité 10.

5 Les moyens 34 d'échange thermique peuvent prendre une forme quelconque, adaptée à leur fonction, sans sortir du cadre de l'invention. Il est à noter qu'ils peuvent être implantés à une certaine hauteur au-dessus de la dalle de béton 20 et à une certaine
10 distance des conteneurs, sans dégradation notable des performances de l'installation.

Les canalisations 36 qui relient les moyens 34 d'échange thermique aux collecteurs annulaires inférieur 30 et supérieur 32 d'un ou plusieurs des
15 circuits de refroidissement associés aux chemises 26 traversent des passages prévus à cet effet dans les bouchons amovibles 22.

Dans les modes de réalisation préférés de l'invention illustrés sur les figures, les chemises 26
20 sont montées sur les conteneurs 14 de façon à être démontables indépendamment de ces derniers. Il est ainsi possible, après enlèvement de l'un quelconque des bouchons amovibles 22, de remplacer la chemise 26 du conteneur 14 correspondant sans qu'il soit nécessaire
25 de sortir le conteneur de la cavité 10. Les dimensions de l'ouverture formée dans la dalle 20 au-dessus de chacun des conteneurs 14 sont adaptées pour permettre ce remplacement.

Cet agencement facilite grandement la gestion à
30 très long terme de l'installation d'entreposage. Il permet en effet d'intervenir aisément sur tout élément

défaillant de cette installation, à l'aide de moyens de manutention à distance, placés au-dessus de la dalle 20, en garantissant l'évacuation à très long terme de la chaleur dissipée par les produits entreposés dans
5 les conteneurs.

Dans la pratique, et comme l'illustrent en particulier les figures 2 et 3, le caractère démontable des chemises 26 est obtenu en réalisant chacune d'entre elles sous la forme d'un cylindre ouvert suivant une
10 génératrice. De plus, les chemises 26 sont formées dans un matériau souple et élastique présentant une très faible raideur globale tel qu'une tôle de faible épaisseur (par exemple, 3 à 4 mm).

Dans son état naturel de repos, et comme on l'a représenté en trait plein sur la figure 3, le diamètre de la surface cylindrique intérieure lisse 27 de la chemise 26 est largement supérieur au diamètre de la surface cylindrique extérieure lisse 15 du conteneur
15 14. par conséquent, la chemise 26 est écartée du conteneur 14 lorsqu'elle est dans son état naturel de repos. Elle peut alors être aisément démontée ou mise en place autour d'un conteneur 14 placé dans la cavité
20 10, par un déplacement effectué parallèlement à l'axe vertical du conteneur.

25 Comme l'illustre notamment la figure 2, chacun des bords en vis-à-vis de la génératrice ouverte de la chemise 26 comprend une plaque de serrage 38 orientée radialement vers l'extérieur, de telle sorte que les deux plaques 38 sont sensiblement parallèles l'une à
30 l'autre. Les plaques 38 d'une même chemise 26 sont traversées à intervalles réguliers par des trous dans

lesquels peuvent être montés des boulons 40 constituant des moyens de serrage libérables, aptes à appliquer étroitement la chemise 26 contre le conteneur 14.

Les boulons 40 constituant ici les moyens de serrage libérables peuvent être remplacés par tout autre moyen permettant de rapprocher l'une de l'autre les plaques 38, afin d'appliquer la surface intérieure cylindrique lisse 27 de la chemise 26 contre la surface extérieure cylindrique lisse 15 du conteneur 14 en déformant la chemise. Ce résultat peut être obtenu sans effort excessif, du fait de la faible raideur du matériau dans lequel est formée la chemise 26.

Il est à noter que les moyens de serrage libérables sont choisis de préférence afin de pouvoir être aisément mis en place et actionnés par des moyens de manutention à distance, depuis l'espace situé au-dessus de la dalle 20, après enlèvement du bouchon 22 ou d'un obturateur prévu dans celui-ci.

Les moyens 34 d'échange thermique sont avantageusement agencés de façon à pouvoir être adaptés à une évolution dans le temps du flux de chaleur dégagé par les produits entreposés dans les conteneurs. Toutefois, une intervention sur les chemises 26 doit pouvoir être faite alors que ces moyens 34 d'échange thermique sont en place. Par conséquent, l'implantation de ces moyens 34 d'échange thermique au-dessus de la dalle de béton 20 est faite de façon à permettre le remplacement des chemises 26, ainsi que la mise en place et l'enlèvement éventuels des conteneurs 14.

Comme l'illustre également la figure 1, l'agencement qui vient d'être décrit conduit à prévoir

des moyens 42 de raccordement déconnectables sur chacune des canalisations 36. Ces moyens 42 de raccordement déconnectables sont avantageusement implantés sous la dalle 20. Ils sont accessibles, de même que les moyens de serrage libérables, par des accès aménagés dans les bouchons amovibles 22. Les moyens 42 de raccordement déconnectables peuvent prendre une forme quelconque, sans sortir du cadre de l'invention.

10 Selon un premier mode de réalisation de l'invention, illustré sur les figures 2 et 3, la chemise 26 est formée dans une tôle métallique relativement mince et souple et les tubes 28 sont directement soudés sur la surface extérieure de cette
15 tôle.

 Dans un autre mode de réalisation de l'invention, illustré schématiquement sur la figure 4, la chemise 26 est formée d'une pluralité de segments 26a, disposés circonférentiellement bout à bout les uns à la suite des autres. Chacun de ces segments 26a est fixé au segment adjacent par des moyens d'assemblage constitués dans ce cas par des soudures 44.

 Dans ce mode de réalisation de la figure 4, chacun des tubes extérieurs 28 est réalisé d'un seul tenant avec un segment 26a correspondant de la chemise 26.

 La figure 5 illustre une variante du mode de réalisation de la figure 4, qui diffère essentiellement par les moyens d'assemblage reliant bord à bord les différents segments 26a formant la chemise 26. Dans ce cas, au lieu d'être reliés par des soudures 44, les

segments 26a présentent des bords adjacents superposés, que traversent des organes de fixation tels que des rivets schématisés par des traits mixtes 44' sur la figure 5.

5 La figure 6 illustre une autre variante de réalisation de la chemise 26. Il est à noter que cette variante s'applique indifféremment aux modes de réalisation qui viennent d'être décrits en se référant successivement aux figures 2, 4 et 5, bien que la
10 figure 6 représente uniquement le cas de la figure 5.

 Comme l'illustre la figure 6, chacun des tubes extérieurs 28 est muni dans ce cas d'au moins une ailette de refroidissement 46. Cette ailette 46, située dans l'espace 16 ménagé dans la cavité 10 autour de la
15 chemise 26, améliore "l'effet d'ailette" assuré par les tubes 28 proprement dit. Cet "effet d'ailette" permet d'évacuer la chaleur émise par les produits entreposés dans les conteneurs, en combinaison avec la circulation naturelle de l'air dans l'espace 16 entourant les
20 conteneurs, lorsque ce type de refroidissement devient suffisant, en cas de diminution dans le temps du flux thermique émis par les produits entreposés. De plus, "l'effet d'ailette" facilite le refroidissement de secours du conteneur en cas de défaillance des moyens
25 24 formant thermosiphon.

 L'installation d'entreposage qui vient d'être décrite permet d'assurer le stockage, le confinement et l'évacuation de la chaleur dissipée par des produits calorifiques pendant une très longue période. En effet,
30 les moyens 24 formant thermosiphon permettent d'évacuer une grande quantité de chaleur, comme cela est

nécessaire au début de l'entreposage de déchets nucléaires. L'agencement proposé permet ainsi de maintenir les soudures du conteneur 14 et les produits calorifiques à une température suffisamment basse pour
5 éviter leur vieillissement accéléré. Il permet également de soumettre la surface de la cavité de béton à une température homogène et suffisamment basse pour éviter sa fragilisation dans le temps.

En outre, les moyens 24 formant thermosiphon
10 constituent un circuit secondaire, séparé des produits conditionnés dans le conteneur à la fois par la paroi de celui-ci et par les parois des tubes 28 portés par la chemise 26. La protection de l'environnement est ainsi assurée, en cas de fuite d'un conteneur.

15 Par ailleurs, dans les modes de réalisation préférés de l'invention selon lesquels la chemise 26 est démontable, il est possible d'intervenir rapidement, et sans danger sur les moyens formant thermosiphon, en assurant directement le remplacement
20 de la chemise défectueuse.

Il est à noter que l'installation peut être complétée par des agencements complémentaires (non représentés), permettent notamment de collecter des effluents liquides ou gazeux éventuels et d'en
25 effectuer le contrôle avant rejet, pour protéger l'environnement. De tels agencements sont classiques et n'appellent donc pas de description particulière.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation qui viennent d'être décrits à
30 titre d'exemple, mais en couvre toutes les variantes. Ainsi, si la durée de l'entreposage n'est pas trop

longue, les chemises peuvent être serrées et fixées une fois pour toute sur les conteneurs. Dans le cas contraire, le caractère interchangeable des chemises peut être obtenu en réalisant celles-ci sous la forme

5 de demi-coquilles assemblées entre elles de façon démontable, ou sous la forme de demi-coquilles articulées l'une à l'autre, ou sous toute autre forme appropriée, permettant d'assurer un contact étroit entre les chemises et les conteneurs, apte à assurer un

10 échange thermique optimal. En outre, le circuit de refroidissement associé à la chemise peut être réalisé différemment, par exemple sous la forme de tubes en forme d'hélices ou de passages intégrés dans des régions de plus forte épaisseur de la chemise.

15

REVENDICATIONS

1. Installation d'entreposage de très longue
durée de produits calorifiques, comprenant au moins une
5 cavité fermée (10), au moins un conteneur (14) de
confinement desdits produits, apte à être reçu dans la
cavité (10), et des moyens (24) formant thermosiphon,
aptes à dissiper au-dessus de la cavité (10) la chaleur
émise par lesdits produits, caractérisée en ce que les
10 moyens (24) formant thermosiphon sont intégrés, en
partie, à une chemise (26) en contact direct avec le
conteneur (14) qu'elle entoure.

2. Installation selon la revendication 1, dans
laquelle ladite chemise (26) est démontable.

15 3. Installation selon l'une quelconque des
revendications 1 et 2, caractérisée en ce que la cavité
(10) est fermée par un bouchon amovible (22), au-dessus
du conteneur.

4. Installation selon la revendication 2, dans
20 laquelle ladite chemise (26) est ouverte et réalisée en
un matériau souple et élastique, de façon à pouvoir
occuper un état naturel dans lequel elle est écartée du
conteneur (14), des moyens (40) de serrage libérables
étant prévus pour appliquer étroitement la chemise (26)
25 contre le conteneur (14).

5. Installation selon la revendication 4, dans
laquelle ladite chemise (26) a la forme d'un cylindre
ouvert suivant une génératrice et les moyens (40) de
serrage libérables sont interposés entre les bords en
30 vis-à-vis de cette génératrice,

6. Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle un espace (16) est ménagé, à l'intérieur de la cavité (10), autour du conteneur (14) équipé de sa chemise (26).

5 7. Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la chemise (26) comprend une pluralité de tubes extérieurs (28) remplis de fluide caloporteur et débouchant respectivement dans un collecteur annulaire inférieur
10 (30) et dans un collecteur annulaire supérieur (32).

8. Installation selon la revendication 7, dans laquelle des ailettes de refroidissement sont formées sur au moins certains des tubes extérieurs (28).

9. Installation selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, dans laquelle les tubes
15 extérieurs (28) sont soudés sur la chemise (26).

10. Installation selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, dans laquelle la chemise (26) comprend une pluralité de segments (26a), fixés bord à
20 bord par des moyens d'assemblage (44,44'), chacun des tubes extérieurs (28) étant réalisé d'un seul tenant avec l'un desdits segments.

11. Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle les moyens
25 (24) formant thermosiphon comprennent, de plus, des moyens (34) d'échange thermique placés au-dessus de la cavité (10).

12. Installation selon les revendications 2 et 11 combinées, dans laquelle les moyens (34) d'échange
30 thermique sont reliés à la chemise (26) par des moyens (42) de raccordement déconnectables.

13. Installation selon l'une quelconque des revendications 11 et 12, dans laquelle les moyens (34) d'échange thermique sont adaptés à des variations du flux de chaleur à dissiper.

5 14. Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle les moyens (24) formant thermosiphon constituent un caloduc.

10 15. Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, appliquée à l'entreposage des déchets nucléaires, dans laquelle la cavité (10) est délimitée par des murs en béton.

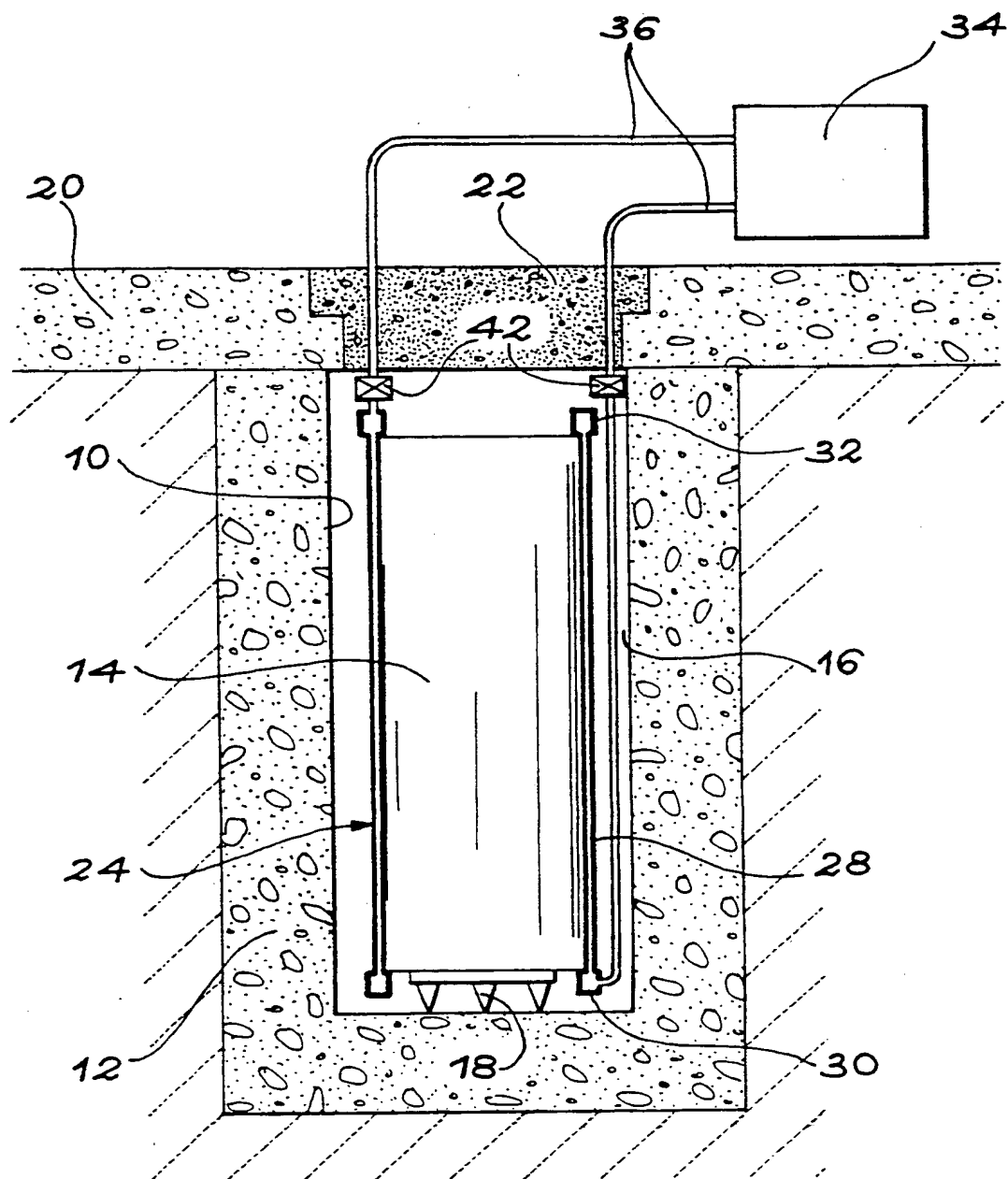


FIG. 1

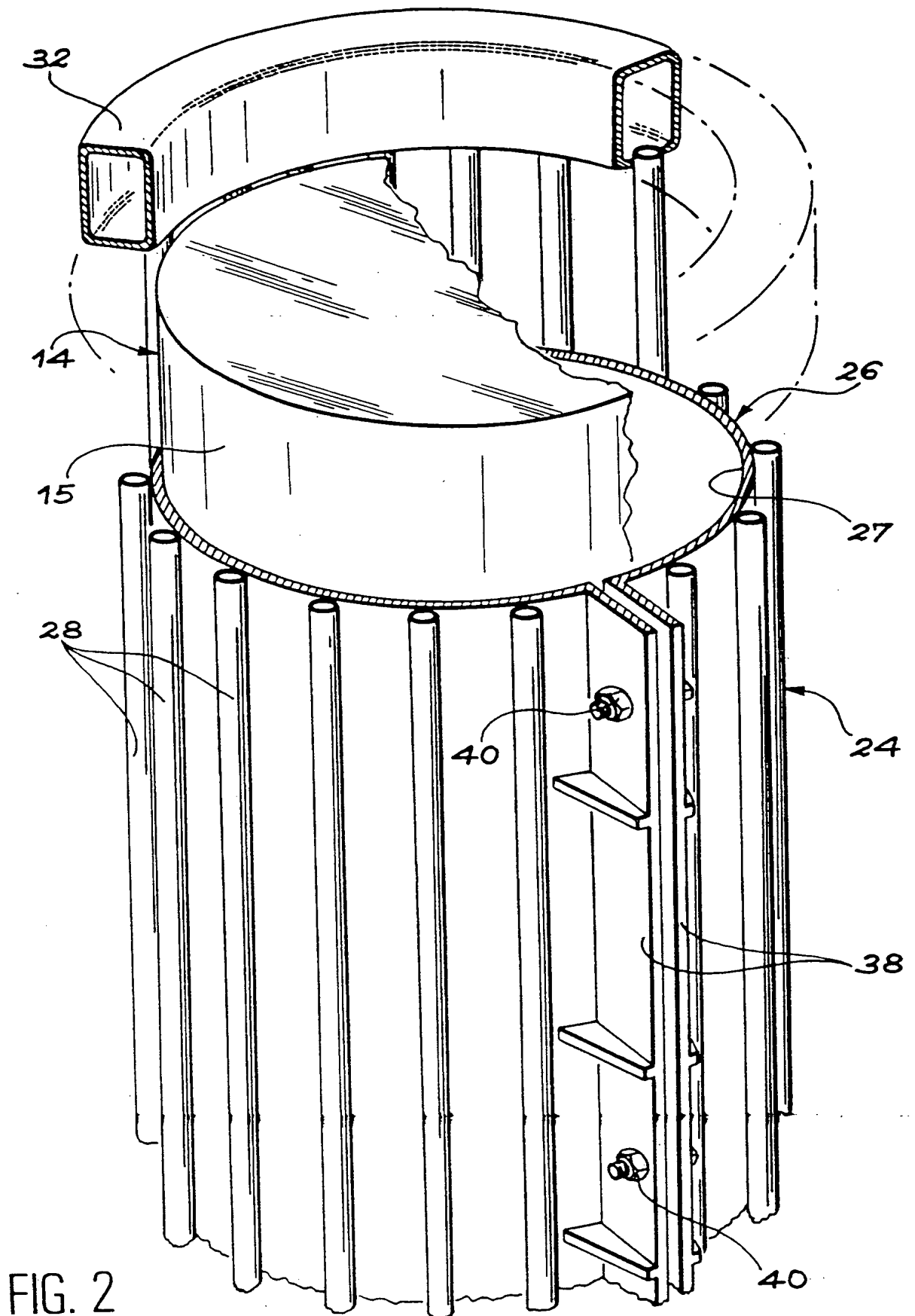


FIG. 2

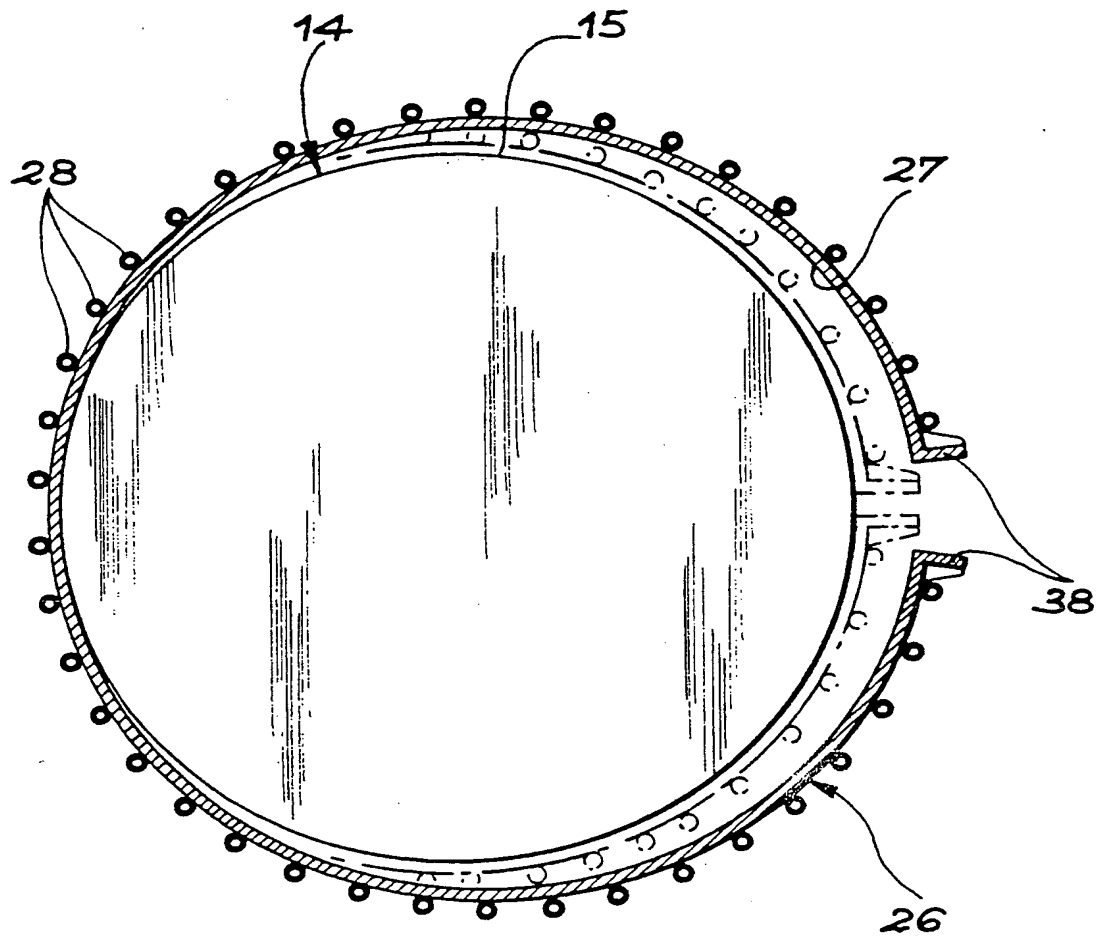


FIG. 3

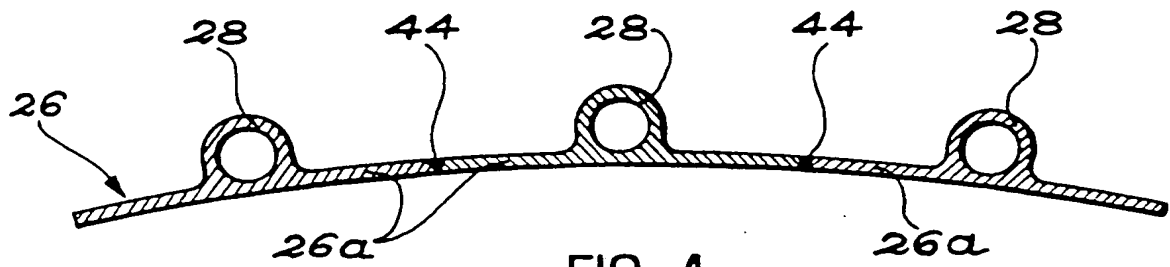


FIG. 4

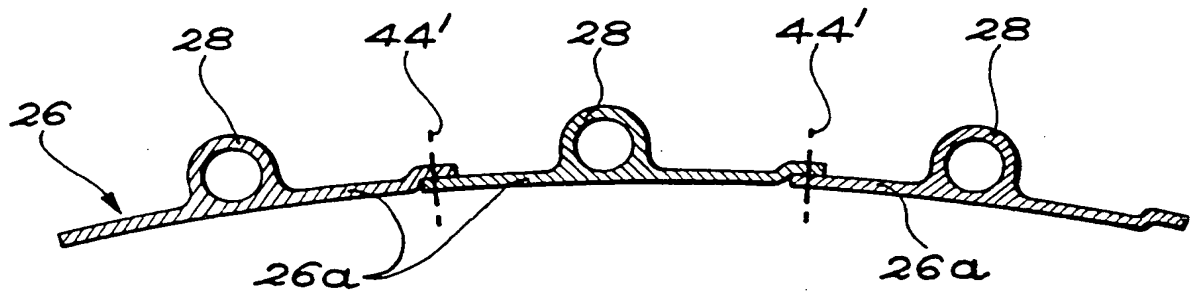


FIG. 5

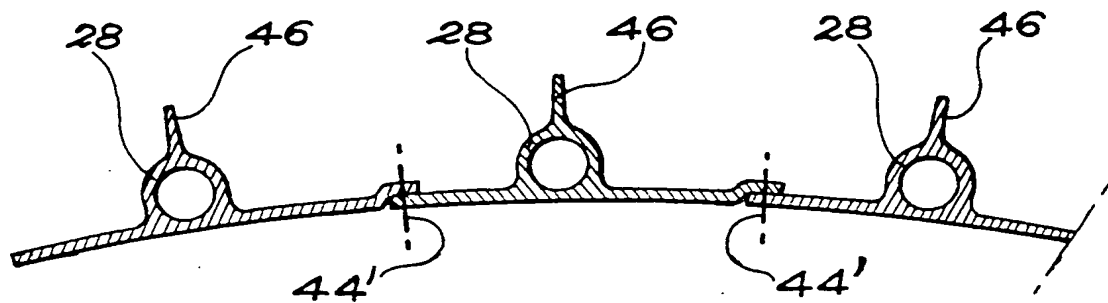


FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 00/00735

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G21F5/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G21F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 06, 28 June 1996 (1996-06-28) & JP 08 043591 A (NUCLEAR FUEL IND LTD), 16 February 1996 (1996-02-16) abstract	1, 2, 4-6, 8-11, 14, 15
A	---	13
Y	FR 2 160 329 A (LEMER & CIE) 29 June 1973 (1973-06-29) page 2, line 28 -page 3, line 16; figures 1-6	1, 2, 4-6, 8-11, 14, 15
A	---	13
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 June 2000

Date of mailing of the international search report

03/07/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Deroubaix, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 00/00735

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 048 (P-1682), 25 January 1994 (1994-01-25) & JP 05 273393 A (SUMITOMO METAL MINING CO LTD), 22 October 1993 (1993-10-22) abstract	1,3,9, 11,13-15
A	EP 0 702 374 A (ROBATEL SLPI) 20 March 1996 (1996-03-20) claims 1,2; figures 1-3	1,9,13
A	EP 0 143 398 A (ALKEM GMBH) 5 June 1985 (1985-06-05) claims 1,5; figures 1-3	1,7, 11-14
A	DATABASE WPI Section Ch, Week 198437 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class J04, AN 1984-227705 XP002118314 & JP 59 134184 A (HITACHI LTD), 1 August 1984 (1984-08-01) abstract	1,13,14
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 11, 29 November 1996 (1996-11-29) & JP 08 189995 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND CO LTD), 23 July 1996 (1996-07-23) abstract	1,11,13, 14
A	DATABASE WPI Section Ch, Week 198514 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class K05, AN 1985-083353 XP002118315 & JP 60 033097 A (MITSUI KENSETSU KK), 20 February 1985 (1985-02-20) abstract	1,11,13, 14
A	DD 223 562 A (ADW DDR) 12 June 1985 (1985-06-12) cited in the application page 1 -page 3	1,11,13
A	US 4 040 480 A (RICHARDS LAWRENCE M) 9 August 1977 (1977-08-09) cited in the application abstract; figures 1-6	1,3,6, 11,13-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inter. Appl. Application No

PCT/FR 00/00735

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 08043591	A	16-02-1996	JP 2869445 B	10-03-1999
FR 2160329	A	29-06-1973	FR 2179672 A	23-11-1973
			BE 791334 A	01-03-1973
			DE 2255996 A	24-05-1973
			GB 1408396 A	01-10-1975
			JP 48058299 A	15-08-1973
JP 05273393	A	22-10-1993	NONE	
EP 0702374	A	20-03-1996	FR 2724756 A	22-03-1996
			FI 954312 A	17-03-1996
			US 5564498 A	15-10-1996
			ZA 9507702 A	06-05-1996
EP 0143398	A	05-06-1985	DE 3343166 A	05-06-1985
			BR 8406038 A	27-08-1985
			CA 1232088 A	26-01-1988
			DE 3466117 D	15-10-1987
			JP 61147199 A	04-07-1986
			US 4672213 A	09-06-1987
JP 59134184	A	01-08-1984	NONE	
JP 08189995	A	23-07-1996	NONE	
JP 60033097	A	20-02-1985	NONE	
DD 223562	A	12-06-1985	NONE	
US 4040480	A	09-08-1977	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem: Internationale No

PCT/FR 00/00735

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 G21F5/10

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 G21F

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 06, 28 juin 1996 (1996-06-28) & JP 08 043591 A (NUCLEAR FUEL IND LTD), 16 février 1996 (1996-02-16) abrégé	1,2,4-6, 8-11,14, 15
A	---	13
Y	FR 2 160 329 A (LEMER & CIE) 29 juin 1973 (1973-06-29) page 2, ligne 28 -page 3, ligne 16; figures 1-6	1,2,4-6, 8-11,14, 15
A	---	13
	--- -/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

27 juin 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

03/07/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Deroubaix, P

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem. Internationale No

PCT/FR 00/00735

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'Indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 048 (P-1682), 25 janvier 1994 (1994-01-25) & JP 05 273393 A (SUMITOMO METAL MINING CO LTD), 22 octobre 1993 (1993-10-22) abrégé	1,3,9, 11,13-15
A	EP 0 702 374 A (ROBATEL SLPI) 20 mars 1996 (1996-03-20) revendications 1,2; figures 1-3	1,9,13
A	EP 0 143 398 A (ALKEM GMBH) 5 juin 1985 (1985-06-05) revendications 1,5; figures 1-3	1,7, 11-14
A	DATABASE WPI Section Ch, Week 198437 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class J04, AN 1984-227705 XP002118314 & JP 59 134184 A (HITACHI LTD), 1 août 1984 (1984-08-01) abrégé	1,13,14
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 11, 29 novembre 1996 (1996-11-29) & JP 08 189995 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND CO LTD), 23 juillet 1996 (1996-07-23) abrégé	1,11,13, 14
A	DATABASE WPI Section Ch, Week 198514 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class K05, AN 1985-083353 XP002118315 & JP 60 033097 A (MITSUI KENSETSU KK), 20 février 1985 (1985-02-20) abrégé	1,11,13, 14
A	DD 223 562 A (ADW DDR) 12 juin 1985 (1985-06-12) cité dans la demande page 1 -page 3	1,11,13
A	US 4 040 480 A (RICHARDS LAWRENCE M) 9 août 1977 (1977-08-09) cité dans la demande abrégé; figures 1-6	1,3,6, 11,13-15

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Dem. .e Internationale No

PCT/FR 00/00735

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 08043591 A	16-02-1996	JP 2869445 B	10-03-1999
FR 2160329 A	29-06-1973	FR 2179672 A	23-11-1973
		BE 791334 A	01-03-1973
		DE 2255996 A	24-05-1973
		GB 1408396 A	01-10-1975
		JP 48058299 A	15-08-1973
JP 05273393 A	22-10-1993	AUCUN	
EP 0702374 A	20-03-1996	FR 2724756 A	22-03-1996
		FI 954312 A	17-03-1996
		US 5564498 A	15-10-1996
		ZA 9507702 A	06-05-1996
EP 0143398 A	05-06-1985	DE 3343166 A	05-06-1985
		BR 8406038 A	27-08-1985
		CA 1232088 A	26-01-1988
		DE 3466117 D	15-10-1987
		JP 61147199 A	04-07-1986
		US 4672213 A	09-06-1987
JP 59134184 A	01-08-1984	AUCUN	
JP 08189995 A	23-07-1996	AUCUN	
JP 60033097 A	20-02-1985	AUCUN	
DD 223562 A	12-06-1985	AUCUN	
US 4040480 A	09-08-1977	AUCUN	

Formulaire PCT/ISA/210 (annexe familles de brevets) (juillet 1992)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **THE PAGE IS BLANK**
- ☐ **SKewed/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

2

THIS PAGE BLANK (USPTO)